



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 43 219 C 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 01 N 3/18
F 01 N 3/10
F 02 B 47/08
F 02 D 41/14
F 02 D 21/08

②1 Aktenzeichen: 195 43 219.3-13
②2 Anmeldetag: 20. 11. 95
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 12. 96

DE 195 43 219 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

⑦2 Erfinder:

Pischinger, Stefan, Dr.-Ing., 71336 Waiblingen, DE;
Schön, Christof, Dr.-Ing., 73630 Remshalden, DE;
Weibel, Michel, Dr.-Ing., 70619 Stuttgart, DE;
Kruttsch, Bernd, Dr.-Chem., 73770 Denkendorf, DE;
Pfaff, Rüdiger, 70499 Stuttgart, DE; Boegner, Walter,
71686 Remseck, DE

⑥6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 19 294 C1
DE 43 43 763 A1
EP 05 60 991 A1

⑤4 Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors mit einer zwischen Abgasleitung und Ansaugluftleitung angeordneten Abgasrückführeinrichtung mit einem Stellglied, das zur Betätigung der Abgasrückführeinrichtung von einem hilfskraftbetätigten Stellantrieb in Abhängigkeit von Signalen einer elektronischen Steuereinrichtung aus betätigbar ist, ferner mit einer Motorregelung, die eine fett/mager-Regelung des Dieselmotors in Abhängigkeit von dessen Betriebsparametern ermöglicht, des weiteren mit einem in der Abgasleitung angeordneten Speicherkatalysator, in dem Stickoxide (NO_x) adsorbierbar, desorbierbar und reduzierbar sind und mit einem stromab des Speicherkatalysators angeordneten Sensor zur Erfassung der NO_x-Konzentration im Abgasstrom, von dem aus bei Erreichen eines kennfeldmäßig in Abhängigkeit von Drehzahl und Last variierenden NO_x-Speicher-Schwellwertes von einem Betrieb mit einem Lambda-Wert größer eins auf einen Betrieb mit einem Lambda-Wert kleiner eins umgeschaltet wird.

DE 195 43 219 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors gemäß Patentanspruch 1.

Aus der DE 43 34 763 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei in einer Abgasreinigungsanlage eine Adsorptionseinrichtung für Stickoxide (NO_x) angeordnet ist, die NO_x adsorbiert, wenn das Luft-Brennstoff-Verhältnis Λ des in die Adsorptionseinrichtung strömenden Abgases mager (Λ größer 1) ist und adsorbiertes NO_x freisetzt, wenn das Luft-Brennstoff-Verhältnis Λ des in die Adsorptionseinrichtung strömenden Abgases fett (Λ kleiner 1) wird. Die Temperatur der NO_x -Adsorptionseinrichtung wird durch Einspritzen von Brennstoff in das Abgas, wenn die Temperatur der NO_x -Speichereinrichtung fällt, und durch Einblasen von Luft in das Abgas, wenn die Temperatur der NO_x -Adsorptionseinrichtung zu hoch wird, innerhalb eines festgelegten Bereiches gehalten.

Zum allgemeinen technischen Hintergrund wird noch auf die Druckschriften DE 43 19 294 C1 und EP 0 560 991 A1 verwiesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, bei dem der NO_x -Speicher- und Regenerationsprozeß gegenüber dem gattungsbildenden Stand der Technik derart verbessert wird, daß eine weitere Verminderung der Stickoxid-Emissionen besonders von Dieselmotoren möglich ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Die Merkmale der Unteransprüche geben vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung an.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß es besonders auch für die nachmotorische Stickoxid (NO_x)-Minderung von Dieselmotoren einsetzbar ist, wobei eine Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators nicht durch einen einfachen Λ -Sprung realisiert wird, sondern es sind andere, auf den Dieselmotor angepaßte Maßnahmen erforderlich. Derartige Maßnahmen sind beispielsweise eine auf das Abgasnachbehandlungssystem optimierte Abgasrückführung, eine angepaßte Ansaugluftdrosselung und eine zusätzliche Einspritzung von Kraftstoff. Ziel dieser Maßnahmen ist es, zum einen ausreichend Reduktionsmittel in Form von Kohlenwasserstoffen (HC) zur NO_x -Reduktion zur Verfügung zu stellen und zum anderen kurzzeitig im Abgas eine reduzierend wirkende Atmosphäre zu erzeugen, die den Regenerationsprozeß unterstützt. Mit dem vorschlagsgemäßen Speicherkatalysator ist bereits bei einer Temperatur ab etwa 120°C und somit bei relativ niederen Abgastemperaturen eine Adsorption von NO_x erreichbar. Bei Temperaturen ab etwa 200°C findet gemeinsam mit einer HC-Oxidation eine mehr als 60%-ige NO_x -Reduktion der im Abgas enthaltenen NO_x statt. Zusätzlich werden die zuvor bei tiefen Temperaturen adsorbierten Stickoxide zum Großteil reduziert, wodurch eine Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators erreicht wird. Bei der Reduktion der Stickoxide werden sowohl die laufend erzeugten Stickoxide als auch die bei niederen Abgastemperaturen im Adsorber adsorbierten Stickoxide durch die Kohlenwasserstoffe reduziert.

Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schemazeichnung eines Dieselmotors

mit Abgasrückführung und einer Motorsteuerung nebst zugehörigen Leitungen, die einzelne Aggregate wie Einspritzanlage, NO_x -Sensor, Speicherkatalysator, Drosselklappe und O_2 -Sonde mit der Motorsteuerung verbinden und

Fig. 2 einen Konzentrationsverlauf von aus dem NO_x -Adsorber ausgestoßenem NO_x und HC in Abhängigkeit von einer Reaktortemperatur des Speicherkatalysators (NO_x -Adsorbers) bei einer vorgegebenen Eingangskonzentration von $\text{HC} = 900 \text{ ppm}$ und $\text{NO}_x = 300 \text{ ppm}$.

Fig. 1 zeigt in einer Schemazeichnung einen Dieselmotor 1 mit einer Ansaugleitung 2 und einer Abgasleitung 3 sowie einer Motorregelung 4, die über Leitungen mit unten näher bezeichneten Bauteilen, Meß- und Regeleinrichtungen 7–16 des Dieselmotors verbunden ist.

Der Dieselmotor 1 umfaßt eine Einspritzanlage 5 sowie eine Abgasrückführeinrichtung 6 (Abgasrückführung), in der ein Stellglied 7 (Abgasrückführventil) angeordnet ist, das zur Betätigung der Abgasrückführeinrichtung 6 von einem hilfskraftbetätigten, nicht näher dargestellten Stellantrieb in Abhängigkeit von Signalen einer elektronischen Steuereinrichtung bzw. von der Motorregelung 4 aus betätigbar ist.

In der Ansaugleitung 2 befindet sich eine Drosselklappe 8 sowie ein Luftmassenmesser 9 und ein Drucksensor 10 und in der Abgasleitung 3 ist eine Λ -Sonde 11, ein Speicherkatalysator (NO_x -Adsorber) 12 zur Speicherung von Stickoxiden, einen Temperatursensor 13, ein HC-Sensor 14 und ein NO_x -Sensor 15 zur Erfassung der NO_x -Bestandteile im Abgasstrom sowie eine Abgasklappe 16 angeordnet.

Die Motorregelung 4 umfaßt eine Einlese-Einheit 17 (Eingangsseite) und eine Ausgabe-Einheit 18 (Ausgangsseite) sowie eine Rechner-Einheit 19, in der einzelne Kennfelder KF und Regelalgorithmen RA für die Regelung des Dieselmotors 1 abgelegt sind. Die Kommunikation der Motorregelung 4 mit den Bauteilen, Meß- und Regeleinrichtungen 7–16 des Dieselmotors 1 erfolgt über Leitungen 20 und einseitigen Analog/Digital-Wandlern 21 bzw. ausgangseitigen Digital/Analog-Wandlern 22.

Der Speicherkatalysator 12 (NO_x -Adsorber) ist im wesentlichen ein Dreiwege-Katalysator mit zusätzlichen NO_x -Speicherkomponenten wie etwa Perowskite (z. B. LaCoO_3) und umfaßt in prinzipiell bekannter Weise einen Träger aus Aluminium-Oxid, auf dem eine Katalysator-Edelmetall-Dispersion aufgetragen ist, die aus einer Kombination von Elementen aus einer oder mehreren der folgenden Gruppen des Periodensystems besteht: der Gruppe der Alkalimetalle (z. B. Kalium, Lithium) und/oder der Gruppe der Erdalkalimetalle (z. B. Barium, Strontium) und/oder der Seltenen Erdmetalle (z. B. Lanthan) und/oder der Gruppe der Edelmetalle (z. B. Platin, Palladium).

In Fig. 2 ist ein Konzentrationsverlauf von Stickoxiden (NO_x) und Kohlenwasserstoffen (HC) am Ausgang des Speicherkatalysators 12 in Abhängigkeit von dessen Reaktortemperatur dargestellt, wobei beim Einströmen in den Adsorber die Eingangskonzentration der Stickoxide $\text{NO}_x = 300 \text{ ppm}$ und die der Kohlenwasserstoffe $\text{HC} = 900 \text{ ppm}$ beträgt. Auf der Abszisse ist die Reaktortemperatur in $^\circ\text{C}$ (Grad Celsius) und auf der Ordinate die Konzentration in ppm (parts per million) von NO_x bzw. HC im Abgas nach dem Durchströmen des Speicherkatalysators 12 aufgetragen. Die durchgezogene Linie stellt den Konzentrationsverlauf des NO_x und die strichlierte Linie die HC-Konzentration in Abhängig-

keit der Reaktortemperatur dar.

In einem Temperaturbereich von 100–200°C findet vor allem Adsorption von NO_x aber auch bereits beginnende Reduktion von NO_x im Speicherkatalysator 12 statt. Ab einer Temperatur von ca. 200°C erfolgt durch die Oxidation der HC und simultane Reduktion von NO_x eine katalytische Umsetzung von NO_x in N_2 und O_2 .

Der leicht ansteigende Kurvenverlauf der NO_x -Konzentration auf der Ausströmseite des Speicherkatalysators 12 bei höheren Temperaturen ($T > 250^\circ\text{C}$) rührt daher, daß eine Direktoxidation der Kohlenwasserstoffe bei höheren Temperaturen im sauerstoffhaltigen Abgas begünstigt wird und die Umsatzrate der NO_x -Reduktion zunehmend abnimmt. Im Verlauf der HC-Konzentration ist deutlich zu sehen, daß ab ca. 250°C Reaktortemperatur nahezu sämtliches HC verbraucht ist. Bei höheren Reaktortemperaturen T (T größer 400°C) kommt es im Speicherkatalysator 12 zu einer Thermodesorption von zuvor gespeichertem NO_x . Man kann jedoch eindeutig erkennen, daß es über den gesamten dieselrelevanten Abgastemperaturbereich insgesamt zu einer signifikanten Verringerung von NO_x im Abgas kommt.

Hierzu kann man die beiden Flächen A_1 und A_2 vergleichen, die zwischen der NO_x -Konzentrationskurve und einer Parallelen zur Abszisse bei 300 ppm NO_x (= Konzentration von NO_x beim Einströmen in den Speicherkatalysator 12) aufgespannt werden und die den NO_x -Gehalt des aus dem Adsorber strömenden Abgas es repräsentieren. Die Fläche A_1 verläuft dabei in Abszissenrichtung von 100°C bis zum Schnittpunkt S der NO_x -Konzentrationskurve mit der Parallelen zur Abszisse bei 300 ppm (Schnittpunkt S ca. bei 350°C) und die Fläche A_2 verläuft von besagtem Schnittpunkt S bis zu 500°C. Man erkennt deutlich, daß die unterhalb der 300 ppm-Linie aufgespannte Fläche A_1 größer ist als die oberhalb der 300 ppm-Linie aufgespannte Fläche A_2 . Somit wird über den gesamten Temperaturbereich betrachtet wesentlich mehr NO_x durch Adsorption und katalytische Umsetzung in unschädliche Bestandteile umgesetzt als NO_x durch Temperaturdesorption freigesetzt wird.

Die Fläche A_1 ist noch in Flächenbereiche A_a und A_k unterteilbar, wobei die Fläche A_a das im Speicherkatalysator 12 vorwiegend adsorbierten NO_x und die Fläche A_k die im Speicherkatalysator 12 katalytisch umgesetzten NO_x repräsentiert.

Die Motorregelung 4 ermöglicht nun eine fett/mager-Regelung des Dieselmotors 1 in Abhängigkeit Betriebsparametern wie Last, Drehzahl und Einspritzmenge. Vom NO_x -Sensor 15 wird bei Erreichen eines kennfeldmäßig in Abhängigkeit von Drehzahl und Last variierenden NO_x -Speicher-Schwellwertes von einem Betrieb des Dieselmotors 1 mit einem Luft-Kraftstoffverhältnis (Lambda-Wert) größer eins ("Normalbetrieb") auf einen Betrieb mit einem Lambda-Wert kleiner eins umgeschaltet.

Bei einem Betrieb mit Lambda kleiner 1 wird der NO_x -Speicherkatalysator 12 regeneriert, d. h. gespeichertes NO_x wird durch HC reduziert, wobei der Regenerationsbetrieb durch Abgasrückführung, Erhöhung des Abgasgedruckes oder eine im Bereich des Verbrennungsendes zugeführte zusätzliche Kraftstoffmenge oder auch durch Ansaugluftdrosselung eingeleitet und unterstützt wird. So wird zur optimalen Regeneration des NO_x -Speicherkatalysators 12 speziell in einem Temperaturfenster von 200–250°C zusätzlicher Kraft-

stoff vor den NO_x -Speicherkatalysator 12 eingespritzt.

Bei einem Motorbetrieb von Lambda größer 1 erfolgt eine Adsorption von NO_x , solange der NO_x -Adsorber noch nicht gesättigt ist. Als Reduktionsmittel für die NO_x kann zusätzlich Ruß eingesetzt werden.

Die Einleitung des Regenerationsbetriebes durch Veränderung der Abgaszusammensetzung wird durch im folgenden beschriebene motorische Regulationsmaßnahmen vorgenommen: Zunächst wird der Motor zwischen Speicher- und Regenerationsbetrieb des Speicherkatalysators betrieben. Es erfolgt eine Erfassung des NO_x -Massenstromes über ein Kennfeld (Drehzahl, Last, Einspritzmenge). Stromab des Speicherkatalysators ist ein NO_x -Sensor angeordnet, der in Abhängigkeit von Drehzahl, Last und Einspritzmenge bei Erreichen eines NO_x -Schwellwertes automatisch auf Regenerationsbetrieb umschaltet, was bedeutet, daß die Abgaszusammensetzung entsprechend verändert wird. Diese Veränderung der Abgaszusammensetzung erfolgt durch folgende Motorregelungs-Maßnahmen in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Motors:

- elektronisch geregelte Abgasrückführung,
- Ansaugluftdrosselung,
- zusätzliche Nacheinspritzung von Diesel-Kraftstoff (insbesondere bei Common-Rail-Einspritzsystemen),
- Optimierung der Abgaszusammensetzung mittels Messung der Rußpartikel,
- Steuerung der Regeneratortemperatur des Speicherkatalysators 12 (NO_x -Adsorber) über die Abgasklappe 16 oder über einen stromauf des Adsorbers 12 angeordneten, nicht dargestellten Brenner.

Die fett/mager-Regelung des Dieselmotors 1 erfolgt in Abhängigkeit des Restsauerstoffgehaltes im Abgas. Dieser wird durch eine im Abgassystem angeordnete O_2 -Sonde (z. B. Lambda-Sonde) gemessen oder anhand der eingespritzten Kraftstoffmenge und der angesaugten Luftmasse rechnerisch ermittelt.

Ziel der oben beschriebenen motorischen Maßnahmen ist es, zum einen ausreichend Reduktionsmittel beispielsweise in Form von Kohlenwasserstoffen zur NO_x -Reduktion zur Verfügung zu stellen und zum anderen kurzzeitig im Abgas und/oder auf der Katalysatoroberfläche eine reduzierend wirkende Atmosphäre zu erzeugen, die den Regenerationsprozeß unterstützt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird zur Verbesserung der NO_x -Reduktion in einem Temperaturbereich des NO_x -Speicherkatalysators 12 im Bereich von 200–300°C zusätzlich HC als Reduktionsmittel zugeführt. Dies bewirkt eine Vermeidung der oben beschriebenen Thermodesorption NO_x und somit eine weitere Verringerung der NO_x -Emissionen.

Bei Untersuchungen wurde festgestellt, daß in NO_x -Speicherkatalysatoren in oxidierender Atmosphäre unerwünschtes Lachgas (N_2O) gebildet wird. Vorschlagsgemäß kann die Produktion von Lachgas dadurch verhindert werden, daß die Abgaszusammensetzung durch gezielte HC-Zudosierung derart geregelt wird, daß das Abgas im NO_x -Speicherkatalysator 12 reduzierend wirkt. Um die N_2O -Bildung wirksam zu verhindern, ist es zudem nötig, daß die Reaktortemperatur des NO_x -Speicherkatalysators 12 größer gleich etwa 350°C ist. Um diese Reaktortemperatur zu erreichen, wird neben den bereits oben ausgeführten motorischen Maßnahmen als weitere innermotorische Maßnahme vorgeschlagen, einen Einspritzbeginn in Richtung "spät" zu

legen, was eine Steigerung der Abgastemperatur bewirkt. Über die so gesteigerten Abgastemperaturen ist die erforderliche Aufheizung des NO_x-Speicherkatalysators 12 auf einfache Weise erreichbar.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann neben dem NO_x-Sensor 15 auch der HC-Sensor 14 zur Steuerung der Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators 12 eingesetzt werden. Der HC-Sensor 14 kann die Vollständigkeit der Regeneration im Betrieb bei Lambda kleiner 1 erkennen, da die HC-Emissionen im "fett-Betrieb" stark ansteigen, sobald die Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators 12 abgeschlossen ist.

Wie in Fig. 1 strichpunktiert angedeutet ist, kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch ein strukturiertes Katalysatorsystem mit einem motornahen NO_x-Speicherkatalysator und einem Unterbodenkatalysator mit oder ohne NO_x-Speicherfunktion, der in Fig. 1 mit 12' bezeichnet ist, vorgesehen werden. Analog zu Lambda-Sonde 11, Temperatursensor 13, HC-Sensor 14 und NO_x-Sensor 15 können im Bereich des Unterbodenkatalysators 12' eine Lambda-Sonde 11', ein Temperatursensor 13', ein HC-Sensor 14' und ein NO_x-Sensor 15' angeordnet sein. Mit einer NO_x und abgastemperaturgeführten HC-Dosierstrategie (beispielsweise wie oben erwähnt über Nacheinspritzung von Kraftstoff mittels Common-Rail) kann das Temperaturfenster beider Katalysatoren angepaßt werden und so die Adsorption, Desorption und Reduktion (Konversion) von NO_x optimal geführt und beeinflusst werden. Im wirksamen Temperaturfenster des NO_x-Speicherkatalysators wird HC entsprechend der anfallenden NO_x-Menge nachgespritzt. Zu Beginn des zur Desorption und Reduktion wirksamen Temperaturfensters wird die HC-Nacheinspritzung gezielt zur Erhöhung der Temperatur und Veränderung der Abgaszusammensetzung genutzt. Beides begünstigt die zur NO_x-Reduktion notwendigen Reaktionen.

Weiterhin läßt sich durch eine optimale Nachspritzstrategie von HC die N₂O-Bildung drastisch reduzieren.

Durch die motornah und motorferne Anordnung der beiden Katalysatoren ist gewährleistet, daß beide Katalysatoren in unterschiedlichen Temperaturbereichen arbeiten und so abgestimmt sind, daß die Funktionen Desorption (motornaher Katalysator) und gleichzeitig Reduktion (motorferner Katalysator) ergänzend wirken, d. h. bei einer Desorption von NO_x im motornahen Katalysator 12 erfolgt gleichzeitig eine Reduktion von NO_x im Unterbodenkatalysator 12'.

Zur Steuerung des strukturierten Katalysatorsystems läßt sich die NO_x-Menge entweder aus dem Motor-kennfeld bestimmen oder über einen NO_x-Sensor messen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors (1)
 - mit einer zwischen Abgasleitung (3) und Ansaugluftleitung (2) angeordneten Abgasrückföhreinrichtung (6)
 - mit einem Stellglied (7), das zur Betätigung der Abgasrückföhreinrichtung von einem hilfskraftbetätigten Stellantrieb in Abhängigkeit von Signalen einer elektronischen Steuereinrichtung aus betätigbar ist,
 - ferner mit einer Motorregelung (4), die eine fett/mager-Regelung des Dieselmotors (1) in Abhängigkeit von dessen Betriebsparametern ermöglicht,

— desweiteren mit einem in der Abgasleitung (3) angeordneten Speicherkatalysator (12), in dem Stickoxide (NO_x) adsorbierbar, desorbierbar und reduzierbar sind

— und mit einem stromab des Speicherkatalysators (12) angeordneten Sensor (15) zur Erfassung der NO_x-Konzentration im Abgasstrom, — von dem aus bei Erreichen eines kennfeldmäßig in Abhängigkeit von Drehzahl und Last variierenden NO_x-Speicher-Schwellwertes von einem Betrieb mit einem Lambda-Wert größer eins auf einen Betrieb mit einem Lambda-Wert kleiner eins umgeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betrieb mit Lambda kleiner 1 der Speicherkatalysator (12) regeneriert wird und die Stickoxide (NO_x) reduziert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regenerationsbetrieb durch Abgasrückführung, Erhöhung des Abgasgegen-druckes oder eine im Bereich des Verbrennungs-endes zugeführte zusätzliche Kraftstoffmenge oder auch durch Ansaugluftdrosselung eingeleitet und unterstützt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Abgasklappe (16) in der Abgasleitung (3) vorgesehen ist, wobei mit besagter Abgasklappe (16) im Regenerationsbetrieb Abgas zur Erzeugung eines erhöhten Abgasgegen-druckes aufgestaut wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Abgastemperatur für den Regenerationsbetrieb Brenner im Bereich des Speicherkatalysators (12) angeordnet ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Ruß zusätzlich als Reduktionsmittel eingesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die fett/mager-Regelung des Dieselmotors (1) in Abhängigkeit des Restsauerstoffgehaltes im Abgas ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem wirksamen Temperaturfenster des NO_x-Speicherkatalysators (12) von 200—300°C zusätzlich HC als Reduktionsmittel zugeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung einer Lachgasbildung im NO_x-Speicherkatalysator (12) dem Abgas gezielt Kohlenwasserstoffe (HC) zudosiert werden, um auf einer Katalysatoroberfläche eine reduzierend wirkende Atmosphäre zu erzeugen.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasleitung zwei NO_x-Speicherkatalysatoren (12, 12') mit unterschiedlichen Arbeitsbereichen angeordnet sind, wobei diese Arbeitsbereiche temperaturmäßig derart abgestimmt sind, daß bei einer NO_x-Desorption im motornahen Katalysators (12) eine NO_x-Reduktion im motorfernen Katalysator (12') erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Regeneration des NO_x-Speicherkatalysators (12) bei Lambda kleiner 1 über einen HC-Sensor (14) erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

